

13. Bhuiyan MSH, Choudhury IA, Nukman Y. An innovative approach to monitor the chip formation effect on tool state using acoustic emission in turning. *Int J Mach Tools Manuf* 2012;58:19–28. doi:10.1016/j.jmachtools.2012.02.001.
14. Loutas TH, Roulias D, Pauly E, Kostopoulos V. The combined use of vibration, acoustic emission and oil debris on-line monitoring towards a more effective condition monitoring of rotating machinery. *Mech Syst Signal Process* 2011;25:1339–52. doi:10.1016/j.ymssp.2010.11.007.
15. Liu X, Wu X, Liu C. A comparison of acoustic emission and vibration on bearing fault detection. 2011 *Int Conf Transp Mech Electr Eng* 2011:922–6. doi:10.1109/TMEE.2011.6199353.
16. Elforjani M, Mba D. Accelerated natural fault diagnosis in slow speed bearings with Acoustic Emission. *Eng Fract Mech* 2010;77:112–27. doi:10.1016/j.engfracmech.2009.09.016.
17. Vervloet D, Nijenhuis J, van Ommen JR. Monitoring a lab-scale fluidized bed dryer: A comparison between pressure transducers, passive acoustic emissions and vibration measurements. *Powder Technol* 2010;197:36–48. doi:10.1016/j.powtec.2009.08.015.
18. Loutas TH, Sotiriades G, Kalaitzoglou I, Kostopoulos V. Condition monitoring of a single-stage gearbox with artificially induced gear cracks utilizing on-line vibration and acoustic emission measurements. *Appl Acoust* 2009;70:1148–59. doi:10.1016/j.apacoust.2009.04.007.
19. Filippov AV, Tarasov SY, Fortuna SV, Podgornykh OA, Shamarin NN, Rubtsov VE. Microstructural, mechanical and acoustic emission-assisted wear characterization of equal channel angular pressed (ECAP) low stacking fault energy brass. *Tribol Int* 2018;123:273–85. doi:10.1016/j.triboint.2018.03.023.
20. Lychagin DV, Filippov AV, Kolubaev EA, Novitskaia OS, Chumlyakov YI, Kolubaev AV. Dry sliding of Hadfield steel single crystal oriented to deformation by slip and twinning: Deformation, wear, and acoustic emission characterization. *Tribol Int* 2018;119:1–18. doi:10.1016/j.triboint.2017.10.027.
21. Filippov AV, Rubtsov VE, Tarasov SY, Podgornykh OA, Shamarin NN. Detecting transition to chatter mode in peakless tool turning by monitoring vibration and acoustic emission signals. *Int J Adv Manuf Technol* 2018;95:157–69. doi:10.1007/s00170-017-1188-y.
22. Filippov AV, Rubtsov VE, Tarasov SY. Acoustic emission study of surface deterioration in tribocontacting. *Appl Acoust* 2017;117:106–12. doi:10.1016/j.apacoust.2016.11.007.

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ РАЗЛИВКИ ФЕРРОСПЛАВОВ

Е.Н. Несипбек студ. группы 10В41,

научный руководитель: О.И. Нохрина профессор

Юргинский технологический институт (филиал)

Томского политехнического университета

652050, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская 26.

e-mail:ekosh170396@mail.ru

Разливка металла в современном производстве ферросплавов производится несколькими наиболее распространенными методами:

- разливка в изложницы;
- разливка на разливочных машинах;
- полигонная разливка.

Разливка ферросплавов в изложницы – один из наиболее ранних способов разливки, однако до сих пор применяется для разливки кремнистых и хромистых ферросплавов. Существует две разновидности разливки в изложницы:

1. Разливка в водонеохлаждаемые чугунные изложницы (поддоны). Применяется для разливки кремнистых (ферросилиций, кремний кристаллический) и хромистых (низкоуглеродистый феррохром) сплавов.

Изложницы должны быть установлены горизонтально для обеспечения их равномерного заполнения. Для сокращения потерь металла изложницы устанавливают вплотную друг к другу. Углы изложниц, а также разрушенные места бортов подсыпают порошком выплаваемого сплава. Для предотвращения изложницы от размывания на место падения струи кладут кусок сплава того же состава, что и выплаваемый металл. Кремнистые сплавы разливают в стационарные чугунные изложницы с толщиной слитка до 100 мм, хромистые – до 60 мм. Большая толщина слитков металла способствует развитию ликвации и получению неоднородного слитка. Для хромистых сплавов с большой толщиной слитка существенно возрастают трудности по их дроблению.

Остывшие до 500 – 800°C слитки металла вручную подрывают с поверхности изложницы и с помощью навесных клещей электромостовым краном снимают и укладывают металлические короба. Слитки кремнистых сплавов вручную дробят до кусков размером менее 315 мм.

Стойкость чугунных изложниц повышается при увеличении их массы. Чтобы не было резких изменений температур, вес чугунных изложниц должен примерно в восемь раз превышать вес слитка. Достоинством разливки в чугунных изложницах является хороший товарный вид разлитого сплава. Недостатками являются: значительная доля ручного труда; высокий уровень тепловыделения в разливочных пролетах цехов; значительная структурная неоднородность слитков (наличие зон ликвации); высокий уровень выхода мелочи ферросилиция при дроблении.

2. Разливка в медные водоохлаждаемые изложницы. На Новолипецком металлургическом комбинате в цехе выплавки ферросилиция за двумя рудотермическими печами мощностью по 16,5 МВА используют разливку в водоохлаждаемые медные изложницы. Ферросилиций из летки печи по желобу через копильник поступает в одну из двух медных изложниц, принимающую весь выпуск металла. После охлаждения слиток цепляют за углы цепными стропами и подают на рольганг молотковой дробилки. Дробленый ферросилиций падает в металлический короб. Короба с металлом отправляют в сталеплавильные цеха комбината.

Достоинством данного метода разливки является: отсутствие ковшевого хозяйства; высокая стойкость изложниц (до 10 лет); хорошая структура слитка. Недостатки: необходимость использования водооборотного цикла; высокая доля ручного труда.

Разливку на разливочных машинах подразделяют на разливочные машины конвейерного типа и конвейерно-тележечные разливочные машины.

Широкое распространение для разливки марганцевых (ферромарганца, силикомарганца), хромистых (углеродистого феррохрома, силикохрома) и низкремнистых (менее 65% кремния в сплаве) сплавов получила разливка на разливочных машинах конвейерного типа т.к. разливка сплавов в изложницы от печей производительностью более 100 т/сплава в сутки становится технически невозможной из-за ограниченных условий теплообмена в разливочных пролетах цехов. Используются одно- и двухленточные разливочные машины с длиной ленты 40 или 70 м.

Ковш с металлом устанавливают электромостовым краном на гидравлический кантователь в начале разливочной машины. Кантующее устройство помещают в герметизированную камеру. Во время разливки выделяющиеся газы из камеры отсасываются, пыль улавливается.

Жидкий металл из ковша при его наклоне кантователем по футерованному желобу заливается в чугунные мульды, из которых собрана лента разливочной машины. Лента машины на участке разливки сплава расположена под некоторым углом к горизонту, мульды проходят под желобом снизу вверх. При заполнении очередной мульды избыточный металл переливается через нижний край мульды по специальным желобкам в нижерасположенную мульду и т.д. Нижний край мульды выполняют нависающим над верхним краем следующей мульды по принципу черепицы. Это позволяет избежать переливания металла вне разливочной ленты.

Заполненные металлом мульды двигаются по наклонному участку разливочной машины и охлаждаются на воздухе. Длина наклонного участка рассчитана так, что за время движения по нему на слитках образуется твердая корочка.

После этого лента переходит на горизонтальный участок разливочной машины, на котором производится охлаждение мульд с металлом за счет опрыскивания водой. Температура сплава перед разливкой должна составлять примерно 1400 °С. Если температура металла выше указанной, необходимо произвести выдержку металла в ковше для снижения температуры.

Достоинства:

- увеличение производительности труда;
- улучшение условий труда в разливочных пролетах цехов.

Недостатки:

- высокая газонасыщенность сплава;
- низкий товарный вид готовой продукции;
- высокие потери металла с брызгами (-3%).

Применение водяного охлаждения слитков и опрыскивание мульд антипригарным покрытием существенно снижают товарный вид сплавов, разливаемых на конвейерных разливочных машинах. Товарный вид имеет особенное значение для высококремнистых сплавов, модифика-

торов и лигатур, поэтому разливка этих сплавов на машинах такого типа практически не применяется. С целью исключения водяного охлаждения и за счет этого получения слитков достаточно высокого товарного вида была разработана конвейерно-тележечная разливочная машина.

Две таких машины были построены на ОАО "Кузнецкие ферросплавы" и применялись для разливки ферросилиция марок ФС65, ФС75.

Машина представляет собой непрерывный эллиптический конвейер из установленных на рельсовом пути тележек с поддонами-изложницами для металла. Количество тележек зависит от скорости их передвижения, места расположения машины в цехе и количества разливаемого сплава.

Изложницы литые чугунные размером (1200–1500)хЮ00х150 мм. При послойной разливке глубина изложницы и масса слитка могут быть увеличены.

Ковш с металлом устанавливают на гидрокантователь. Жидкий ферросилиций при наклоне ковша с помощью гидрокантователя по качающемуся желобу разливается поочередно в передвигающиеся под желобом изложницы, установленные на тележках, за два - три оборота по замкнутому контуру машины. На дно изложниц перед разливкой насыпают мелочь ферросилиция крупностью менее 10 мм.

Полученные многослойные слитки при опрокидывании изложниц в месте разгрузки подают на вибрационную решетку. При этом они разбиваются на куски и проваливаются в металлический короб объемом 2,7 м³. Короба с металлом отправляют на склад готовой продукции. Место разливки и выгрузки сплава оборудовано аспирационными установками.

Следующий вид разливки это – послойная разливка, применяется ко многим ферросплавам, образующим при остывании на поверхности тонкую окисную пленку: ферро-, силикомарганец, ферро-, силикохром, ферросилиций, ферротитан и др. Существует две разновидности послойной разливки ферросплавов: разливка в напольные изложницы; разливка в литейные ямы (полигоны).

В основном, послойная разливка ферросплавов применяется за рубежом. В странах СНГ послойную разливку применяют на Стахановском заводе ферросплавов.

На Стахановском заводе ферросплавов цех, выплавляющий ферросилиций, оборудован восемью рудотермическими печами с установленной мощностью трансформатора 25–27 МВА. Несмотря на то, что в цехе установлено шесть разливочных машин конвейерного типа, в районе каждого из торцов цеха оборудовали по разливочному полигону.

Каждый полигон представляет собой помещение, выполненное в ветрозащитном исполнении, оборудованное вытяжной вентиляцией. Посередине помещения проложен рельсовый путь, по которому перемещается самоходная тележка с ковшом с металлом. Путь начинается в разливочном пролете цеха; ковш с металлом на тележку устанавливают электромостовым краном в разливочном пролете, затем тележка вместе с ковшом заезжает на разливочный полигон. На тележке установлен кантователь, с помощью которого имеется возможность наклонять ковш в обе стороны от рельсового пути. Разливку производят за счет наклона ковша в сторону заполняемой разливочной ямы и передвижения тележки с ковшом вдоль края ямы. По ходу движения тележки угол наклона ковша увеличивают до тех пор, пока не будет разлит весь металл. Поскольку площадь ямы значительна, толщина каждого слоя металла не превышает 40-50 мм. Разборку ямы производят с помощью бульдозера, который заезжает с одного торца ямы и сгребаает металл к другому торцу.

Список литературы:

1. Поволцкий, Д.Я. Электрометаллургия стали и ферросплавов: учеб. для вузов / Д.Я. Поволцкий, В.Я. Рошин, Н.В. Мальков; 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Metallurgia, 1995. – 592 с.;
2. Ферросплавное производство. Разливка металла [Электронный ресурс]: Библиотека технической литературы – Режим доступа: <http://metallplace.ru/about/stati> – 25.01.2018. – Загл. с экрана;
3. Производство ферросплавов [Электронный ресурс]: Библиотека технической литературы – Режим доступа: <http://emchezgia.ru/elektropechi> – 05.02.2018. – Загл. с экрана.